

Korszerű technológiák megjelenése a fogorvosképzésben

Papp Ildikó, Tomán Henrietta, Kunkli Roland, Zichar Marianna

Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Magyarország

{papp.ildiko, toman.henrietta, kunkli.roland, zichar.marianna}@inf.unideb.hu

Kulcsszavak: oktatás, 3D modellezés, 3D szkennelés, 3D nyomtatás

Kivonat—A Debreceni Egyetemen (DE) a különböző tudományterületek képviselői egyre gyakrabban keresik a kapcsolatokat a kutatási együttműködések túl az új technológiák oktatásba történő bevonása céljából is. A Fogorvostudományi Kar az elmúlt években fontos lépéseket tett annak érdekében, hogy a digitális fogászati technikák a szakorvosképzés és továbbképzés részévé váljanak. A múlt év folyamán a debreceni, budapesti és pécsi képzőhelyek mellett a DE Informatikai Kar és Műszaki Kar oktatóinak bevonásával elkészült egy tananyag „Digitális fogászat a gyakorlatban” címmel [3]. Az új tantárgy kísérleti jelleggel 2016-ban meghirdetésre került, ugyanis minden közreműködő, hogy a leendő fogorvosok legalább alapszintű ismeretekkel rendelkezzenek a számukra készült rendszerek informatikai, matematikai és technológiai alapjait illetően.

Előadásunkban szeretnénk röviden bemutatni a tananyag általunk kidolgozott fejezeteit, és az oktatásban szerzett tapasztalatainkat.

Keywords: education, 3D modeling, 3D scanning, 3D printing

Abstract— In recent years, the Faculty of Dentistry University of Debrecen (UD) has taken significant steps to ensure that digital dentistry techniques become part of its specialist training and postgraduate courses. A curriculum titled "Digital Dentistry in Practice" was devised by the dental institutions of Debrecen, Budapest, and Pécs, the Faculty of Informatics UD, and Faculty of Engineering UD [3]. This new course was launched in 2016 in an experimental fashion, because we considered it important that dentist students have at least some basic knowledge of the mathematical, physical and technological fundamentals of their IT systems.

In this presentation, we would like to briefly introduce our chapters of the curriculum and to give an account of our experience in teaching them.

1 BEVEZETÉS

A 3D nyomtatás napjaink egyik leggyorsabban fejlődő technológiája, amely forradalmasítja a tárgyalkotás folyamatát az élet számos területén: pontosságának, sebességének, valamint a

nyomtatásnál alkalmazott alapanyagok minőségének köszönhetően az eljárás napjainkban már a korszerű fogászat nélkülözhetetlen része. Már hazánkban is léteznek ún. digitális fogászati laborok, melyekben a hagyományos szilikonlenyomatok és gipszminták helyett a

különböző fogpótlások, koronák, hidak, fogszabályzó eszközök közvetlen szájban történő szkennelés után, számítógépes modellek alapján készülnek.

Jelenleg főként a fogászati turizmus tudja megteremteni a digitális laborok beszerzési- és anyagköltségeit, de bízni lehet abban, hogy a jövőben a modern technika árában is versenyképesebb lesz a hagyományossal szemben. Ehhez azonban szemléletváltásra is szükség van.

A Debreceni Egyetem Fogorvostudományi Karán az elmúlt években határozott lépéseket tettek annak érdekében, hogy a klasszikus ismeretek mellett a digitális fogászati technikák [1] is a szakorvosképzés és továbbképzés részévé váljanak. Egy Sirona CEREC AC intraorális szkennert és 3D nyomtatót is tartalmazó komplett fogászati rendszer (1. ábra) beszerzésével lehetőség nyílt azok kipróbálására, tesztelésére, a gyakorlati alkalmazás során a hallgatók megismerhetik az eszközökben rejlő előnyök mellett azok korlátai is.



1. ábra. Sirona CEREC AC komplett fogászati rendszer: intraorális szkennер (jobb oldalon) és fogászati célú 3D nyomtató (bal oldalon).

(Forrás: <http://images.alfresco.advanstar.com>)

Kifejezetten fogászati felhasználásra szánt szkennerek az 1980-as évektől kaphatóak, melyek az eltérő működési elvekből adódóan gyorsaságban,

hatékonyságban is különböznek egymástól.

Az említett CEREC AC rendszer része a Bluecam típusú intraorális szkennер (2. ábra), melyet 2009-től forgalmaz a Sirona cég.



2. ábra. Sirona CEREC Bluecam beviteli egysége

(Forrás: <http://www.osovnikar.com>)

Ez az eszköz alig nagyobb egy fogkefénél, könnyű (270 g), egy vagy több fog egyidejűleg történő gyors szkennelésére alkalmas. A használat során a szokásos közel 1 cm-nél is közelebb kerülhet a felületekhez, akár hozzá is érhet a foghoz.

Jelenleg világszerte közel 20 cég foglalkozik intraorális szkennerek és a hozzájuk kapcsolódó szoftverek forgalmazásával. Az aktuálisan elérhető eszközökről és azok működési alapelveiről S. Logozzo és társai készítettek áttekintést [2].

2 TANANYAGFEJLESZTÉS

A hazai felsőoktatás megújítására irányuló törekvések a képzések gyakorlatorientált, kompetenciákat intenzívebben fejlesztő átalakítását célozzák meg. A múlt év folyamán a debreceni, budapesti és pécsi

képzőhelyek mellett a DE Informatikai Kar és Műszaki Kar oktatóinak bevonásával elkészült egy tananyag „*Digitális fogászat a gyakorlatban*” címmel [3]. Az összesen 10 fejezetből álló jegyzet bemutatja a fogszabályozásban, fogpótlásban és a szájszabészetben használható digitális technikákat, a rapid prototyping technológiákat, a fogászati CAD/CAM rendszerek alkalmazhatóságát és azok műszaki hátterét. A technológiák magyar elnevezését nem minden esetben adtuk meg azon egyszerű okból kifolyólag, hogy azok jelenleg nem fellelhetőek.

A tananyag fejezetei:

- Bevezetés
- Bevezetés a CAD-CAM rendszerek alkalmazásába
- Fogászati CAD-CAM rendszerek műszaki háttere
- Az intraorális lenyomatvételi eljárások matematikai/informatikai háttere
- 3D szkenneléssel előállított pontfelhő és annak feldolgozási lehetőségei
- Rapid prototyping technológiák – additív technikák
- Rapid prototyping technológiák – szubtraktív technikák
- Digitális technikák az orthodontiában
- Digitális technikák a fogpótlásban
- Digitális technikák a szájszabészetben

Jelen publikáció szerzői két fejezet kidolgozásában vettek részt.

„*Az intraorális lenyomatvételi eljárások matematikai/informatikai háttere*” (4. fejezet) fejezetben az aktuálisan elérhető eszközök működésének megértéséhez szükséges matematikai, informatikai és sok esetben fizikai ismereteket foglaltuk össze. A

vezérfonalat S. Logozzo és társai által készített összefoglaló publikáció adta [2], de több esetben alaposabb, részletesebb magyarázatot éreztünk szükségesnek. Univerzális, azaz minden fogászati célra egyaránt kitérően használható, szkennerek nem léteznek, ezért a működési alapelvek részletesebb bemutatásával igyekeztünk segíteni a jövőbeli eszközbeszerzést.

A következő technológiák kerültek bemutatásra:

- Konfokális lézeres pásztázó mikroszkópia (CLMS)
- Aktív és passzív háromszögelés
- Accordion fringe interferometry (AFI)
- Active wavefront sampling (AWS)
- Időmérésen alapuló távolságmérés / Time of flight (TOF)
- Amplitúdó modulált fényvel való megvilágításon alapuló távolságmérés / Amplitude Modulated Continuous Wave (AMCW)

A „*3D szkenneléssel előállított pontfelhő és annak feldolgozási lehetőségei*” című fejezetben (5. fejezet) a pontfelhő feldolgozásában alkalmazható módszerek és adatszerkezetek bemutatása volt a szándékunk. Fontosnak gondoltuk, hogy a leendő fogorvosnak (mint felhasználónak) legyen rálátása arra, hogy a bemért és letárolt pontokból hogyan keletkezik az a háromszögháló, melyet a képernyőn lát. A jelenlegi technológiából származó hibák miatt segítséget kívántunk nyújtani az esetleges utómunkákhoz (pl. zajsűrés, esetlegesen keletkező lyukak eltávolítása, simítás). A poligonhálók feldolgozhatóságát, a feldolgozás módszereit és gyorsaságát nagymértékben befolyásolja a háló komplexitása, ezért fontos lehet ismerni a háló vagy modell egyszerűsítési

lehetőségeit és módszereit. A különböző felületdarabok egymáshoz illesztésének és a modellen lévő lyukak automatikus befoltozásának szabályai feltételezik a klasszikus differenciálgeometriai ismereteket.

3 KURZUS

A 2. fejezetben röviden bemutatott tananyag kidolgozása után a célunk az volt, hogy az összegyűjtött információk, ismeretek és módszerek az oktatásban is megjelenjenek. A „*Bevezetés a digitális fogászatba*” kurzus első alkalommal a 2015-2016-os tanév tavaszi félévében, szabadon választott tárgyként került meghirdetésre, 2 óra előadás és 2 óra gyakorlattal. A félév indítását nehezítette, hogy három kar oktatóinak elfoglaltságait kellett a fogorvostan-hallgatók órendjével és a szabad teremkapacitásokkal egyeztetni. Végül 8 fős, többségében végzős hallgatókból álló csoporttal kezdtük a munkát.

A következő tematikával dolgoztunk, amely egyben a témák heti bontását is jelenti:

- Alapvető 3D szkennelési eljárások alapjai
- 3D pontfelhő hatékony feldolgozása
- Poligonháló optimalizálási módszerek és geometriai alapjaik
- Bevezetés a számítógéppel támogatott gyártástechnológiába
- Felület és test modellezés alapjai: koordináta geometria és fájl formátumok
- Forgácsolási ismeretek: gépek, szerszámok, anyagok
- Additív technológiák
- Egyedi csontpótlás készítése 3D nyomtatás alkalmazásával
- Digitális technikák a fopótlásban

- Digitális technikák a fogászati gyakorlatban
- Digitális technikák a szájsebészetben
- A digitális fogászat lehetőségei az orthodonciában
- A digitális fogászat története

Az előadásokra és gyakorlatokra többségében a Fogorvostudományi Kar speciális számítógépes laborjában került sor, de a csoport ellátogatott a Műszaki Kar NI laborjába is. A tárgy oktatására a kidolgozott tananyag szerzői vállalkoztak olyan formában, hogy mindenki az általa kidolgozott témáról (témákról) tartott előadást és/vagy gyakorlatot. Ezzel kívántuk biztosítani azt, hogy mindig a témában leginkább kompetens oktatóval lehessen konzultálni.

A félév végén a hallgatók a tudásukról teszt formájában számoltak be.

4 TAPASZTALATOK

A különböző karok oktatói elfoglaltságaiktól függően igyekezték részt venni egymás óráin, konzultáltak egymással az eszközök használatával és az elméleti háttérrel kapcsolatosan. Ez nemcsak a későbbi közös oktatási feladat szempontjából bizonyult hasznosnak, hanem kutatási témakörök is körvonalazódni látszanak.

Jelen publikáció szerzői mindannyian a saját tudományterületükön tapasztalt oktatók. Mégis kihívták jelentett az, hogy olyan hallgatóság számára kellett előadást és gyakorlatot tartani, akik nem informatikusok vagy informatika közeli szakemberek lesznek. A szakmaiság megőrzése mellett törekednünk kellett a közérthetőségre, arra, hogy gyakran csak a megkopott középiskolai ismeretekre alapozva, de modern technikát és módszereket kell közvetítenünk. A hallgatóság a késői időpont ellenére is

lelkesnek és érdeklődőnek tűnt, így szinte azonnali pozitív visszajelzést kaptunk.

Ennek ellenére összeállítottunk egy online kérdőívet, melyben a hallgatók informatikai előképzettségére, motivációjára, a digitális fogászat terén további ismeretszerzési hajlandóságukra kívántunk visszajelzést kapni [4].

Mivel a hallgatói létszámhoz viszonyítva is kevés visszajelzés érkezett [5], így csak bizonyos kérdésekre adott válaszokból mutatunk válogatást.

A fogorvostan-hallgatók felhasználó szintű informatikai ismeretére vonatkozó kérdésre adott válaszok alapján a klasszikus irodai szoftverek (szövegszerkesztés, prezentációkészítés, táblázatkezelés) és a képszerkesztés terén egy közepes-jó szintet jelöltek meg, míg a 2D-3D modellezés, animációkészítés és programozás terén nem rendelkeznek ismerettel. A programozási ismeretek bevallott hiánya teljesen egybecseng azzal a tapasztalatunkkal, hogy az átlagos gimnáziumi informatikai tanulmányok során sajnos éppen ezt a területet és a hozzá szorosan kapcsolódó algoritmikus gondolkodás fejlesztését hanyagolják el.

A kurzust megelőzően a válaszadók nem rendelkeztek 3D nyomtatási ismeretekkel, a 3D szkennelésben ezen belül az inraorális szkennelésben viszont jártasnak vallották magukat. A további 3D modellezési, szkennelési és nyomtatási és az eszközök működésével kapcsolatos ismeretekre vonatkozó kérdéskörben többnyire csak a fogászati célú alkalmazások és eszközök iránt mutattak érdeklődést.

A tananyag 4. fejezetében bemutatott témakör hasznossága közepes-jó értékelést kapott, az 5. fejezeté gyengeközepest. A fejezetek kidolgozottságával elégedettek voltak, a vizsgára készülés során nem kellett további szakirodalmat

igénybe venniük. Az oktatókat felkészültnek ítélték meg, és az órákon használt diások közzétételét abban az esetben tartják fontosnak, ha a jegyzeten kívüli ismereteket is tartalmaznak.

A követelmények teljesíthetőségére vonatkozóan megoszlottak a vélemények, melyet annak tulajdonítunk, hogy egy leendő fogorvos érdeklődési területéhez képest túl informatika-, matematika-, fizika közeli területeket mutatunk be. Összességében a kurzussal elégedettek voltak, és ajánlanák másoknak.

A kérdőív végén lehetőség volt a vélemények szabad megfogalmazására, melyre a következő (egyetlen) válasz érkezett:

„Majdnem minden előadáson, témában igyekeztek a legérdekesebb eseteket bemutatni, illusztrálni, gyakorlatiasságra törekedni, ez tetszett. Az előadások időpontja, elosztása talán nem volt a legmegfelelőbb. Arányosságában nagyobb hangsúlyt fektettek az informatikai és egyéb háttér ismertetésére, mint a fogászati alkalmazási lehetőségekre, esetleg azok kipróbálására. Ezen lehetne még alakítani.”

ÖSSZEGZÉS

A Debreceni Egyetemen a Fogorvostudományi Kar koordinálásával, az Informatikai és Műszaki karok oktatóinak bevonásával 2016 tavaszán a „Bevezetés a digitális fogászatba” kurzus meghirdetésre került. A tantárgy oktatását nagymértékben segítette, hogy 2015 folyamán kidolgozásra került „Digitális fogászat a gyakorlatban” című tananyag [3]. Az oktatók közötti tapasztalatcsere és a hallgatói visszajelzések alapján a későbbiekben törekedni fogunk az ismeretek fogorvosbarát közvetítésére.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tananyag és a publikáció elkészítését „Az élettudományi- klinikai felsőoktatás gyakorlatorientált és hallgatóbarát korszerűsítése a vidéki képzőhelyek nemzetközi versenyképességének erősítésére” TÁMOP 4.1.1.C-13/1/KONV-2014-0001 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOM

- [1] N. Patel: Contemporary Dental CAD/CAM: Modern Chairside/Lab Applications and the Future of Computerized Dentistry. *Compendium of continuing education in dentistry* (Jamesburg, NJ: 1995) **35** (10) (2014), pp. 739–746.
- [2] S. Logozzo, E. M. Zanetti, G. Fanceshini, A. Kilpela, A. Makynen: Recent advances in dental optics – Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering* **54** (2014), pp. 203–221.
- [3] Hegedűs Csaba, Husi Géza, Szemes Péter Tamás, Papp Ildikó, Zichar Marianna, Tomán Henrietta, Kunkli Roland, Marada Gyula, Borbély Péter, Hegedűs Viktória, Borbély Judit, Lampé István, Medgyesi Gergely, Redl Pál, Boda Róbert, Bogdán Sándor, Csermátony Zoltán, Manó Sándor: *Digitális fogászat a gyakorlatban*, (2015), <http://dental.unideb.com/hu/digitalis-fogaszat-gyakorlatban>
- [4] Online kérdőív a hallgatói elégedettség mérésére és vélemények megfogalmazására: https://docs.google.com/forms/d/1AVwBawc_rwlmJxX7hi_4m3_Y5LRE1yb6a_2BugLwN_CDQ/viewform
- [5] Az online kérdőívre érkezett hallgatói válaszok: https://drive.google.com/file/d/0B4b8DTKHy_n6PNVBHkFuRHFGS2s/view?usp=sharing